



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105195488 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201510592716. X

B08B 1/04(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 09. 17

(71) 申请人 中国船舶重工集团公司第七一三研究所

地址 450015 河南省郑州市京广中路 126 号

(72) 发明人 马伟峰 侯彬 刘雪涛 李奇
潘树国

(74) 专利代理机构 郑州中原专利事务所有限公司 41109

代理人 霍彦伟

(51) Int. Cl.

B08B 11/04(2006. 01)

B08B 3/02(2006. 01)

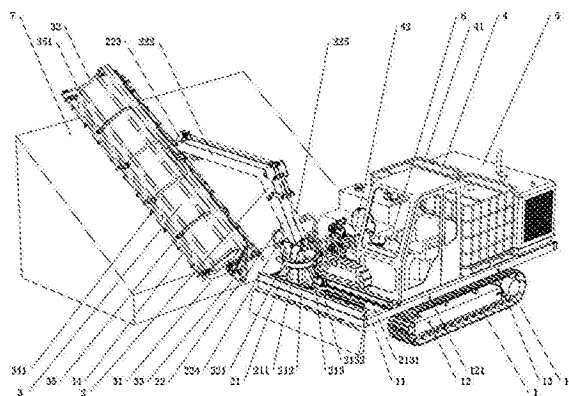
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种光伏阵列清洗车及其光伏阵列清洗方法

(57) 摘要

一种光伏阵列清洗车,包括行进底盘、清洗头支撑定位单元、清洗头单元、供水单元、操作控制单元、以及用于获取车体相对光伏阵列位姿信息的车体位姿信息采集装置;行进底盘转向系驱动件的运动控制器件受控于操作控制单元的主控模块;清洗头支撑定位单元包括位于车首的活动底座和其上安装的工作臂组,活动底座包括回转装置和横移装置,工作臂组包括可分别俯仰的主臂和端臂;清洗头单元具有清洗刷、喷水件和用于测量清洗头单元相对光伏阵列板表面位置和姿态的测距传感器;操作控制单元的主控模块以计算机为控制核心。本发明还提供一种采用上述清洗车清洗光伏阵列的方法。本发明清洗过程智能、高效、灵活、安全、操作简便,清洗效果好,使用成本低。



1. 一种光伏阵列清洗车,包括行进底盘、清洗头支撑定位单元、清洗头单元、供水单元、动力单元和操作控制单元,其特征在于:

车体上还设置有用于获取车体相对光伏阵列的位姿信息、并通过信号电缆将所述位姿信息传送至操作控制单元主控模块的车体位姿信息采集装置;

所述行进底盘的转向系驱动件的运动控制器件通过电缆与操作控制单元的主控模块连接;

所述清洗头支撑定位单元包括位于车首的活动底座和安装在活动底座上的工作臂组,所述活动底座包括回转装置、用于安装并承载回转装置的横移底座和驱动横移底座沿车首横向移动的横移装置,所述工作臂组包括固联在活动底座回转装置上的臂组底座、末端与臂组底座铰接的主臂、与主臂首端铰接的端臂、驱动主臂相对臂组底座俯仰的主臂驱动件、以及驱动端臂相对主臂俯仰的端臂驱动件,活动底座和工作臂组各运动自由度驱动件的运动控制器件通过电缆与操作控制单元的主控模块连接;

所述清洗头单元固定在清洗头支撑定位单元的端臂末端,具有清洗刷、喷水件和用于测量清洗头单元相对光伏阵列电池板表面位置和姿态的测距传感器,喷水件至少有喷水件 I 和喷水件 II 两支,布置在清洗刷的两侧,分别通过各自的输水管路与供水单元连接,测距传感器至少有两个,沿清洗头单元的纵向间隔布置,测距传感器通过信号电缆与操作控制单元的主控模块连接;

所述操作控制单元包含操作件、信息反馈件和以计算机为控制核心、内置控制软件的主控模块,操作件和信息反馈件分别通过内部电路与主控模块连接,主控模块收集清洗头单元测距传感器和车体位姿信息采集装置提供的实测信息并处理,然后对清洗头支撑定位单元各运动自由度驱动件和行进底盘的转向系驱动件的运动控制器件进行控制,主控模块对清洗头位姿和底盘行进位姿的控制有两种方式,其一为基于驾驶员通过操作件输入的位姿调整操作指令实施的手动控制方式,其二为基于清洗头单元测距传感器和车体位姿信息采集装置实时测量数据的自动控制方式。

2. 根据权利要求 1 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:车体位姿信息采集装置为分别设置于车体两侧面的两套侧向测距传感器阵列。

3. 根据权利要求 2 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:所述侧向测距传感器阵列包括四个超声测距传感器,按前上、前下、后上、后下呈 2×2 矩形阵列布置。

4. 根据权利要求 1 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:行进底盘上设有行进测速装置,所述行进测速装置通过信号电缆与操作控制单元的主控模块连接。

5. 根据权利要求 1 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:所述清洗头单元中的清洗刷为一带有柔性刷条的柱形滚刷,其旋转轴与清洗头单元纵轴平行,滚刷端部连接既可驱动其正向旋转、也可驱动其反向旋转的原动件,所述原动件的运动控制器件通过电缆与操作控制单元的主控模块连接并接受主控模块的控制,所述清洗头单元中还设置有通过信号电缆与操作控制单元主控模块连接的滚刷转速测量器件。

6. 根据权利要求 1 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:所述供水单元中水泵输出口到所述清洗头单元中两支喷水件的输水管路中,均设置有电磁流量控制阀和具备通信功能的流量计,所述电磁流量控制阀和流量计均通过电缆与操作控制单元的主控模块连接的,其中电磁流量控制阀接受主控模块的控制。

7. 根据权利要求 1 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:所述操作控制单元的操作件包含底盘人工驾驶操作件、清洗头位姿控制方式选择按钮、底盘位姿控制方式选择按钮、喷水开关按钮、主臂俯仰手柄、端臂俯仰手柄、底座往复横移手柄和底座正反回转手柄。

8. 根据权利要求 1 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:所述操作控制单元还包含一个在工作时可实时显示工作状态信息的液晶显示屏,所述液晶显示屏通过总线电缆与操作控制单元的主控模块连接。

9. 根据权利要求 8 所述的一种光伏阵列清洗车,其特征在于:所述液晶显示屏为触控液晶显示屏,其工作时,人工触摸所产生的操作指令通过所述总线电缆传送至操作控制单元主控模块,主控模块根据所述操作指令实施相应的控制。

10. 一种采用权利要求 1 至 9 中任一权利要求所述的光伏阵列清洗车对光伏阵列进行清洗的方法,其特征在于包括以下步骤:

(a) 转场:清洗车从驻泊点或加水点或上一个光伏阵区行进到目标光伏阵区的目标阵列排旁边;

(b) 入阵:清洗车从阵外主道转弯进入阵列排前的阵内通道端部;

(c) 定位:先调整车体位姿,使车体纵向与阵列排走向平行,车侧到与之正对的阵列排下沿保持适当距离;再调整清洗头单元位姿,将其由贮存位转换至阵列排所在一侧的工作位,使清洗头单元纵轴与阵列排走向垂直并与光伏阵面平行,清洗头单元上的清洗刷具有适当的吃板深度;车体和清洗头单元的位姿调整必要时可交替进行;

(d) 清洗:启动清洗刷工作,启动水雾喷射,底盘沿与阵列排下沿等距的路径以工作车速稳速前进,清洗全程对清洗头单元和底盘的位姿进行控制,使其动态地保持之前所设定的理想状态;

(e) 转排:当清洗车移动清洗至当前阵列排端部且完成本阵列排阵面的清洗后,将清洗头单元转换至贮存位,清洗车调头转向,绕过本排或邻排阵列端部,就近进入相邻阵列排前面通道的端部;

(f) 新排定位及清洗:按步骤(c)所述方法定位,按步骤(d)所述方法移动清洗;

(g) 重复步骤(e)至步骤(f),直至完成本次整个连续清洗作业;

(h) 出阵:清洗头单元收回至贮存位,清洗车转弯,从阵内通道端部驶入阵外主道;

(i) 再转场:清洗车返回驻泊点或加水点或下一个光伏阵区。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(c)中,车侧到与之正对的光伏阵列下沿的平行距离调整至 500mm~1500mm 之间,清洗刷法向吃板深度应调整至不小于 10mm,刷体悬出光伏阵面长度不大于 300mm。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(d)中,清洗车的工作车速控制在 0.8km/h~2.5km/h 之间。

13. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(d)中,若清洗刷为沿清洗头单元纵轴布置、且可正、反向旋转的滚刷时,则滚刷旋向采用前扫型,即滚刷刷条与光伏阵面接触处的速度方向与清洗车行进的方向一致。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(d)中,清洗头单元相对光伏阵面的位姿采用自动控制方式,并且,当车上操作控制单元还配有与主控模块通过总线连接的触控液晶显示屏时,操作人员可随时根据现场情况通过触控液晶显示屏对清洗头位

姿自动控制参数进行调整。

15. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(d)中,车体底盘相对光伏阵列的行进位姿采用自动控制方式,车体位姿信息采集装置持续采集车体相对光伏阵列下沿的距离和夹角,操作控制单元基于此数据对底盘的行进位姿进行自动控制;并且,当车上操作控制单元还配有与主控模块通过总线连接的触控液晶显示屏时,操作人员可随时根据现场情况通过触控液晶显示屏对底盘行进位姿自动控制参数进行调整。

16. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(d)中,当清洗刷为可正、反向旋转、且转速可通过其原动件的运动控制器件调节的滚刷时,操作人员可随时根据现场情况对滚刷旋向和滚刷转速进行实时调整,当供水单元中从水泵分别通往清洗头单元两喷水件的两支输水管路中均设置有受控于主控模块的电磁流量控制阀时,操作人员可随时根据现场情况对每支喷水件的喷水流量进行实时调整。

17. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于:在所述步骤(d)中,一次可完成处于同一排但不连续的多个光伏阵列段的移动清洗,这些阵列段包括同一阵区同一阵列中断续的阵列段,以及位于相邻阵区且处于同一排位置的光伏阵列段。

一种光伏阵列清洗车及其光伏阵列清洗方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光伏阵列清洗车及其光伏阵列清洗方法,尤其是一种用于大规模地面光伏电站中光伏阵列清洗的清洗车以及相应的光伏阵列清洗方法。

背景技术

[0002] 光伏电站的太阳能电池板以阵列的形式露天倾斜安装,大气中的砂粒、灰尘、杂物和一些腐蚀物质很容易附着在其表面。尤其是在干旱、多风及植被稀少的荒漠化地区,1~2周便会在电池板上盖满沙尘,严重影响其光电转换效率,甚至损坏电池板。因此,定期或适时对太阳能电池板进行清洁就成为光伏电站日常运行维护中必不可少的重要环节。

[0003] 国外尤其是意大利等欧洲国家较早实现了对光伏电站太阳能电池板的机械化清洗,到2011年,国外市场上就已出现多种不同型号的独立行进式清洗车,如:意大利B.P. Metalmeccanica公司的Solar Cleaner系列、意大利Hymach公司的SOLARCLEAN系列、意大利U.EMME公司的MANTA SOLAR、捷克PowerFuture公司的HOLZMANN、西班牙Solar Bright公司的Rolhus等。国内对于独立行进式太阳能电池板清洗车的研究最早见于2011年,近年来,相应的专利申请和授权开始增多,如申请号分别为201310046119、201410319011、201310745189、201410246655、201410226303、201110287189、授权号为CN202105809U、CN203316437U的专利申请和授权公开了一系列的清洗车技术方案和清洗方法,市场上也开始出现有关产品的宣传和推广。

[0004] 这些清洗车结构上一般采用履带或轮式底盘作为移动载体,底盘上设置清洗装置,清洗装置以具有刷扫、冲淋、抽吸、吹除等功能的清洗头为清洗终端,以具有回转、俯仰以及伸缩等多个自由度的多节式工作臂组为清洗终端的支撑定位装置。清洗作业时:清洗车沿光伏阵列稳速行进,清洗头扫过光伏阵列板面,对阵列上的太阳能电池板实施移动式清洗;清洗车底盘的驾驶均为人工操作,车上操作人员同时还需监控或直接操作工作臂和清洗头的位置和姿态,精神紧张度高,经常难以兼顾,因此,清洗车沿阵列前进的理想距离和平行姿态经常因车体走偏而难以很好地保证,不但影响清洗的效果,甚至还容易引发安全事故;另外,虽然某些清洗车设置了基于接触式或非接触式传感器的清洗终端相对阵列板面的位姿自动保持调节系统,但由于该系统的控制参数如设定距离和容差限等无法在清洗作业时通过操控台实时调节,因而无法适应电场不同区域光伏阵列板面平整度和路面平整度的差异,使得调节系统在某些情况下或反应迟缓而效果不显,或过于敏感而频繁振荡,二者均对清洗效果造成不良影响;再者,现有清洗车清洗终端的定位支撑装置或结构复杂、某些自由度冗余过多且耦合严重不便于快速调节,或某些必要的自由度缺乏而存在调节死区,或无法很好地兼顾清洗终端的左侧清洗、右侧清洗和非工作状态下的妥善贮存。

发明内容

[0005] 为克服现有技术的不足,本发明要解决的技术问题是提供一种光伏阵列清洗车及其清洗光伏阵列的方法,以实现清洗过程智能、高效、灵活、安全、操作简便,其清洗效果好,

使用成本低。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

一种光伏阵列清洗车,包括行进底盘、清洗头支撑定位单元、清洗头单元、供水单元、动力单元和操作控制单元,车体上还设置有用于获取车体相对光伏阵列的位姿信息、并通过信号电缆将所述位姿信息传送至操作控制单元主控模块的车体位姿信息采集装置;所述行进底盘的转向系驱动件的运动控制器件通过电缆与操作控制单元的主控模块连接;所述清洗头支撑定位单元包括位于车首的活动底座和安装在活动底座上的工作臂组,所述活动底座包括回转装置、用于安装并承载回转装置的横移底座和驱动横移底座沿车首横向移动的横移装置,所述工作臂组包括固联在活动底座回转装置上的臂组底座、末端与臂组底座铰接的主臂、与主臂首端铰接的端臂、驱动主臂相对臂组底座俯仰的主臂驱动件、以及驱动端臂相对主臂俯仰的端臂驱动件,活动底座和工作臂组各运动自由度驱动件的运动控制器件通过电缆与操作控制单元的主控模块连接;所述清洗头单元固定在清洗头支撑定位单元的端臂末端,具有清洗刷、喷水件和用于测量清洗头单元相对光伏阵列电池板表面位置和姿态的测距传感器,喷水件至少有喷水件 I 和喷水件 II 两支,布置在清洗刷的两侧,分别通过各自的输水管路与供水单元连接,测距传感器至少有两个,沿清洗头单元的纵向间隔布置,测距传感器通过信号电缆与操作控制单元的主控模块连接;所述操作控制单元包含操作件、信息反馈件和以计算机为控制核心、内置控制软件的主控模块,操作件和信息反馈件分别通过内部电路与主控模块连接,主控模块收集清洗头单元测距传感器和车体位姿信息采集装置提供的实测信息并处理,然后对清洗头支撑定位单元各运动自由度驱动件和行进底盘的转向系驱动件的运动控制器件进行控制,主控模块对清洗头位姿和底盘行进位姿的控制有两种方式,其一为基于驾驶员通过操作件输入的位姿调整操作指令实施的手动控制方式,其二为基于清洗头单元测距传感器和车体位姿信息采集装置实时测量数据的自动控制方式。

[0007] 进一步地,车体位姿信息采集装置为分别设置于车体两侧面的两套侧向测距传感器阵列。

[0008] 更进一步地,所述侧向测距传感器阵列包括四个超声测距传感器,按前上、前下、后上、后下呈 2×2 矩形阵列布置。

[0009] 进一步地,行进底盘上设有行进测速装置,所述行进测速装置通过信号电缆与操作控制单元的主控模块连接。

[0010] 进一步地,所述清洗头单元中的清洗刷为一带有柔性刷条的柱形滚刷,其旋转轴与清洗头单元纵轴平行,滚刷端部连接既可驱动其正向旋转、也可驱动其反向旋转的原动件,所述原动件的运动控制器件通过电缆与操作控制单元的主控模块连接并接受主控模块的控制,所述清洗头单元中还设置有通过信号电缆与操作控制单元主控模块连接的滚刷转速测量器件。

[0011] 进一步地,所述供水单元中水泵输出口到所述清洗头单元中两支喷水件的输水管路中,均设置有电磁流量控制阀和具备通信功能的流量计,所述电磁流量控制阀和流量计均通过电缆与操作控制单元的主控模块连接的,其中电磁流量控制阀接受主控模块的控制。

[0012] 进一步地,所述操作控制单元的操作件包含底盘人工驾驶操作件、清洗头位姿控

制方式选择按钮、底盘位姿控制方式选择按钮、喷水开关按钮、主臂俯仰手柄、端臂俯仰手柄、底座往复横移手柄和底座正反回转手柄。

[0013] 进一步地,所述操作控制单元还包含一个在工作时可实时显示工作状态信息的液晶显示屏,所述液晶显示屏通过总线电缆与操作控制单元的主控模块连接。

[0014] 更进一步地,所述液晶显示屏为触控液晶显示屏,其工作时,人工触摸所产生的操作指令通过所述总线电缆传送至操作控制单元主控模块,主控模块根据所述操作指令实施相应的控制。

[0015] 一种采用上述光伏阵列清洗车对光伏阵列进行清洗的方法,包括以下步骤:

(a) 转场:清洗车从驻泊点或加水点或上一个光伏阵区行进到目标光伏阵区的目标阵列排旁边;

(b) 入阵:清洗车从阵外主道转弯进入阵列排前的阵内通道端部;

(c) 定位:先调整车体位姿,使车体纵向与阵列排走向平行,车侧到与之正对的阵列排下沿保持适当距离;再调整清洗头单元位姿,将其由贮存位转换至阵列排所在一侧的工作位,使清洗头单元纵轴与阵列排走向垂直并与光伏阵面平行,清洗头单元上的清洗刷具有适当的吃板深度;车体和清洗头单元的位姿调整必要时可交替进行;

(d) 清洗:启动清洗刷工作,启动水雾喷射,底盘沿与阵列排下沿等距的路径以工作车速稳速前进,清洗全程对清洗头单元和底盘的位姿进行控制,使其动态地保持之前所设定的理想状态;

(e) 转排:当清洗车移动清洗至当前阵列排端部且完成本阵列排阵面的清洗后,将清洗头单元转换至贮存位,清洗车调头转向,绕过本排或邻排阵列端部,就近进入相邻阵列排前面通道的端部;

(f) 新排定位及清洗:按步骤(c)所述方法定位,按步骤(d)所述方法移动清洗;

(g) 重复步骤(e)至步骤(f),直至完成本次整个连续清洗作业;

(h) 出阵:清洗头单元收回至贮存位,清洗车转弯,从阵内通道端部驶入阵外主道;

(i) 再转场:清洗车返回驻泊点或加水点或下一个光伏阵区。

[0016] 进一步地,在所述步骤(c)中,车侧到与之正对的光伏阵列下沿的平行距离调整至500mm~1500mm之间,清洗刷法向吃板深度应调整至不小于10mm,刷体悬出光伏阵面长度不大于300mm。

[0017] 进一步地,在所述步骤(d)中,清洗车的工作车速控制在0.8km/h~2.5km/h之间。

[0018] 进一步地,在所述步骤(d)中,若清洗刷为沿清洗头单元纵轴布置、且可正、反向旋转的滚刷时,则滚刷旋向采用前扫型,即滚刷刷条与光伏阵面接触处的速度方向与清洗车行进的方向一致。

[0019] 进一步地,在所述步骤(d)中,清洗头单元相对光伏阵面的位姿采用自动控制方式,并且,当车上操作控制单元还配有与主控模块通过总线连接的触控液晶显示屏时,操作人员可随时根据现场情况通过触控液晶显示屏对清洗头位姿自动控制参数进行调整。

[0020] 进一步地,在所述步骤(d)中,车体底盘相对光伏阵列的行进位姿采用自动控制方式,车体位姿信息采集装置持续采集车体相对光伏阵列下沿的距离和夹角,操作控制单元基于此数据对底盘的行进位姿进行自动控制;并且,当车上操作控制单元还配有与主控模块通过总线连接的触控液晶显示屏时,操作人员可随时根据现场情况通过触控液晶显示屏

对底盘行进位姿自动控制参数进行调整。

[0021] 进一步地,在所述步骤(d)中,当清洗刷为可正、反向旋转、且转速可通过其原动件的运动控制器件调节的滚刷时,操作人员可随时根据现场情况对滚刷旋向和滚刷转速进行实时调整,当供水单元中从水泵分别通往清洗头单元两喷水件的两支输水管路中均设置有受控于主控模块的电磁流量控制阀时,操作人员可随时根据现场情况对每支喷水件的喷水流量进行实时调整。

[0022] 进一步地,在所述步骤(d)中,一次可完成处于同一排但不连续的多个光伏阵列段的移动清洗,这些阵列段包括同一阵区同一阵列中断续的阵列段,以及位于相邻阵区且处于同一排位置的光伏阵列段。

[0023] 本发明的有益效果:a)本发明所述清洗车具备清洗头工作位姿和底盘行进位姿自动控制功能,基于清洗头单元和车体上设置的相对位姿信息采集测量装置(如测距传感器等)和操作控制单元中以计算机为核心的智能控制模块,清洗过程中,清洗车控制系统可克服路面起伏颠簸和阵面错落变化的不利影响,使清洗头单元相对光伏阵面的距离和平行度、以及车体相对光伏阵列的距离和平行度动态地保持在清洗前设定的理想状态,从而确保清洗头单元对光伏阵面的清洗效果均匀一致,且使作业过程安全、稳定、高效、操作简便;b)本发明所述清洗车对清洗头支撑定位单元的操作和底盘的驾驶具有手动和自动两种工作方式,清洗作业过程中,可根据现场情况随时切换工作方式,还可以通过操作控制单元的触控液晶显示屏随时对自动控制参数和清洗工艺参数进行设定,从而为清洗作业的实施提供了充分的灵活性,而且为尽可能地降低油水消耗、节约使用成本提供了条件;c)本发明所述清洗车的清洗头支撑定位单元置于车首,可使车上操作人员可对清洗过程进行直观、全面和清晰的观察,便于对清洗中出现的不利状况进行及时处理;d)本发明所述清洗车的清洗头支撑定位单元具有主臂俯仰、端臂俯仰、臂组左右横移和臂组回转四个自由度,其一,使其具备左侧位工作、右侧位工作和中位贮存三种位姿模式,且三工位之间可便捷转换,使本发明所述清洗车能够以更灵活的方式工作,实际清洗作业中,可在阵列端部原地调头转排并快速完成清洗头单元的初始定位,节约准备时间,提高工作效率;其二,使其对清洗头单元的空间位置和姿态具有充分的调控能力,确保清洗过程中清洗头单元相对光伏阵列板面的位置及姿态的稳定;e)本发明所述清洗方法充分利用本发明所述清洗车的特点,以一个或多个光伏阵区为对象,对同一排阵列中不同阵列段采用一次直行连续清洗的方法,甚至可以跨区连续清洗,对不同的阵列排则采用连续S形行进路线,交错采用清洗头单元左侧位清洗和右侧位清洗,以尽可能压缩空驶和转排定位等环节所消耗的时间和能源,使清洗作业更高效,更节能;f)本发明所述清洗方法对清洗头工作位姿和底盘行进位姿优先采用自动控制的方式,可在一般情况下实现良好的清洗效果,且清洗过程安全高效,车上操作人员工作强度大大降低;g)本发明所述清洗方法允许在清洗过程中对诸如清洗刷转速、清洗刷吃板深度、喷水流量、底盘行进速度、清洗头和底盘位姿控制容差等工艺和控制参数进行实时调整,大大提高了清洗过程的灵活性,使本方法对于不同的场地环境、阵列板面状况作以及油水保障条件等客观因素具有更好的适应性。

附图说明

[0024] 图1为本发明所述光伏阵列清洗车实施例整体外观及组成立体图。

[0025] 图 2 为本发明所述光伏阵列清洗车实施例中操作控制单元的外观立体图。

[0026] 图 3 为本发明所述光伏阵列清洗车实施例功能控制框图。

[0027] 图 4 为本发明所述光伏阵列清洗方法流程图。

[0028] 图 5 为本发明所述光伏阵列清洗方法中清洗车行进路径示意图。

[0029] 图中：1- 行进底盘；2- 清洗头支撑定位单元；3- 清洗头单元；4- 供水单元；5- 动力单元；6- 操作控制单元；7- 光伏阵面；11- 车架；12- 车体侧向测距传感器阵列；13- 履带测速装置；14- 履带行走马达；21- 活动底座；22- 工作臂组；31- 滚刷；32- 滚刷架；33- 滚刷马达；34- 喷水件；35- 清洗头测距传感器阵列；41- 水箱；42- 水泵；61- 操控台；62- 操作件；63- 信息反馈件；64- 触控液晶显示屏；65- 主控模块；121- 超声测距传感器 I；211- 横移底座；212- 回转装置；213- 横移装置；221- 臂组底座；222- 主臂；223- 端臂；224- 主臂俯仰液压缸；225- 端臂俯仰液压缸；341- 喷嘴；351- 超声测距传感器 II；621- 底盘人工驾驶操作手柄；622- 清洗头位姿控制方式选择按钮；623- 底盘位姿控制方式选择按钮；624- 喷水开关按钮；625- 主臂俯仰手柄；626- 端臂俯仰手柄；627- 底座往复横移手柄；628- 底座正反回转手柄；629- 滚刷正反旋转手柄；631- 仪表盘；632- 指示灯；2121- 底座回转液压马达；2131- 导轨；2132- 连接件；2133- 底座横移液压缸。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明所提出的技术方案做进一步解释说明，但不作为对本发明的限定。

[0031] 一种光伏阵列清洗车，由履带式行进底盘 1、清洗头支撑定位单元 2、清洗头单元 3、供水单元 4、动力单元 5 和操作控制单元 6 等组成。

[0032] 履带式行进底盘 1 两侧的履带行走马达 14 分别由两个电磁比例换向阀控制，两电磁比例换向阀通过电缆与操作控制单元 6 的主控模块 65 连接。履带式行进底盘 1 两侧靠近履带行走马达 14 的位置均设置有对应的履带测速装置 13，履带测速装置 13 通过信号电缆与操作控制单元 6 的主控模块 65 连接。

[0033] 履带式行进底盘 1 两侧均设置有助于获取车体相对光伏阵列的位姿信息的车体侧向测距传感器阵列 12，每个车体侧向测距传感器阵列 12 包括四个超声测距传感器 I 121，按前上、前下、后上、后下呈 2×2 矩形阵列布置，各超声测距传感器 I 121 通过信号电缆与操作控制单元 6 的主控模块 65 连接。

[0034] 清洗头支撑定位单元 2 包含位于车体首部活动底座 21 和安装在活动底座 21 上的工作臂组 22。其中，活动底座 21 包括回转装置 212、用于安装并承载回转装置 212 的横移底座 211 和驱动横移底座 211 沿车首横向移动的横移装置 213，工作臂组 22 安装在活动底座 21 的回转装置 212 上。横移装置 213 包括安装在车架 11 首部的导轨 2131 以及连接横移底座 211 和车架 11 的驱动组件，所述驱动组件包括连接件 2132 和底座横移液压缸 2133；横移底座 211 安装在导轨 2131 上，在所述驱动组件的推拉下可沿横移装置 213 的导轨 2131 横向移动；回转装置 212 为一由底座回转液压马达 2121 驱动的回转支承，其定圈及壳体安装在横移底座 211 上端，其动圈用以连接工作臂组 22 的臂组底座 221，可带动工作臂组 22 左右回转，也可随同横移底座 211 和回转装置 212 定圈一起运载工作臂组 22 左右往复横移。工作臂组 22 含有固联在活动底座回转装置 212 上的臂组底座 221、末端与臂组底座 221 较

接的主臂 222、与主臂首端铰接的端臂 223、驱动主臂 222 相对臂组底座 221 俯仰的主臂俯仰液压缸 224 和驱动端臂 223 相对主臂 222 俯仰的端臂俯仰液压缸 225。活动底座 21 和工作臂组 22 各运动自由度的驱动液压件(液压缸和液压马达)均由各自对应的电磁换向阀(即运动控制器件)控制,这些电磁换向阀通过电缆与操作控制单元 6 的主控模块 65 连接。

[0035] 清洗头单元 3 固定在清洗头支撑定位单元 2 的端臂 223 末端,包括采用柔性刷条的柱形滚刷 31、滚刷架 32、滚刷马达 33、喷水件 34 和清洗头测距传感器阵列 35。其中,滚刷 31 的旋转轴与清洗头单元 3 的纵轴平行;喷水件 34 含有喷水件 I 和喷水件 II,分别置于滚刷 31 两侧(站在主臂 222 下观察清洗头单元 3,其左侧为 A 侧,右侧为 B 侧),每支喷水件 34 上均间隔布置有若干喷嘴 341,两支喷水件 34 分别通过各自的输水管路与供水单元 4 连接;四个超声测距传感器 II 351 成对沿清洗头单元 3 的纵向间隔布置,即按远端 A 侧、远端 B 侧、近端 A 侧、近端 B 侧呈 2×2 矩形阵列布置在滚刷架 32 两侧;滚刷 31 由安装在其端部的滚刷马达 33(即原动件)驱动,滚刷马达 33 由一个电磁比例换向阀(即原动件的运动控制器件)控制,其输出转速和方向可调,滚刷马达 33 的电磁比例换向阀通过电缆与操作控制单元 6 的主控模块 65 连接。

[0036] 供水单元 4 含有水箱 41、水泵 42、控制阀、流量计和输水管路。其中,水泵 42 输出口到所述清洗头单元 3 中两支喷水件 34 的输水管路中,均设置有电磁流量控制阀和带通信模块的流量计,它们分别通过电缆与操作控制单元 6 的主控模块 65 连接。

[0037] 操作控制单元 6 包含操控台 61 及其表面和内部安装的操作件 62、信息反馈件 63、触控液晶显示屏 64 和主控模块 65。其中,操作件 62,包括底盘人工驾驶操作手柄 621、清洗头位姿控制方式选择按钮 622、底盘位姿控制方式选择按钮 623、喷水开关按钮 624、主臂俯仰手柄 625、端臂俯仰手柄 626、底座往复横移手柄 627、底座正反回转身柄 628 和滚刷正反旋转手柄 629 等;信息反馈件 63 包括仪表盘 631、指示灯 632 和蜂鸣器等;触控液晶显示屏 64 在工作时具有工作参数显示和设定页面,在参数显示页面中,可实时显示底盘行进速度、滚刷转速、A 侧喷水件喷水流量、B 侧喷水件喷水流量、刷板距(即滚刷轴到光伏板面的距离)、刷板夹角、车板距(即车体一侧到光伏阵列下沿的距离)、车板夹角等实际工作参数,在参数设置页面中,可通过触摸屏幕上的虚拟按键实时调整滚刷转速、A 侧喷水件喷水流量、B 侧喷水件喷水流量、刷板距自动控制目标值、刷板距自动控制容差限、刷板平行度自动控制容差限、车板距自动控制目标值、车板距自动控制容差限、车板平行度自动控制容差限等工艺和控制参数;主控模块 65 以计算机为控制核心,内置控制软件包含清洗头位姿控制和底盘行进位姿控制程序,相应地,主控模块 65 对清洗头位姿和底盘行进位姿控制均设有两种工作方式,其一为基于驾驶员通过操作件 62 输入的位姿调整操作指令实施的手动控制方式,其二为基于清洗头单元测距传感器 351 和车体侧向测距传感器阵列 12 实时测量数据的自动控制方式。

[0038] 一种光伏阵列清洗方法,以光伏阵区为单位,包括转场、入阵、定位、清洗、转排、出阵、再转场等步骤,其实施流程如图 4 所示。其中:

步骤 S1“转场”:清洗车从驻泊点或加水点或上一个光伏阵区以较高的车速行进到目标光伏阵区的目标阵列排旁边,在此过程中,清洗头单元 3 和清洗头支撑定位单元 2 处于贮存位。

[0039] 步骤 S2“入阵”:清洗车从阵外主道低速转弯进入阵列排前的阵内通道端部。

[0040] 步骤 S3“定位”:先调整车体位姿,使车体纵向与阵列排走向平行,车侧到与之正对的阵列排下沿的平行距离调整至 500mm ~ 1500mm 之间;再调整清洗头单元 3 的位姿,将其由贮存位转换至阵列排所在一侧的工作位,使清洗头单元 3 的纵轴与阵列排走向垂直并与光伏阵面 7 平行,滚刷 31 吃板深度(刷体柔性部分因与光伏阵面 7 接触而产生的相对板面的法向压缩量)应调整至不小于 10mm,刷体悬出光伏阵面 7 长度不大于 300mm;车体和清洗头单元 3 的位姿调整必要时可交替进行。

[0041] 步骤 S4“清洗”:启动滚刷 31 旋转和水雾喷射,滚刷 31 沿清洗头单元纵轴布置、且可正反向旋转,其旋向采用前扫型,即滚刷刷条与光伏阵面 7 接触处的速度方向与清洗车行进的方向一致;行进底盘 1 沿与阵列排下沿等距的路径以 0.8km/h ~ 2.5km/h 的工作车速稳速前进;清洗全程对清洗头单元 3 和行进底盘 1 的位姿进行控制,使其动态地保持之前所设定的理想状态,其控制方式通常情况下采用自动控制,必要时采用人工手动操作,自动控制方式与手动控制方式可通过操控台 61 上相应的控制方式选择按钮随时切换;移动清洗过程中,还可随时根据现场情况通过触控液晶显示屏 64 对诸如滚刷转速、滚刷吃板深度、喷水流量、底盘行进速度等清洗工艺参数、以及诸如刷板距控制容差、刷板夹角控制容差、车板距控制容差和车板夹角控制容差等位姿控制参数进行调整;在沿当前阵列排方向一次直行移动清洗过程中,可完成多个断续的阵列段,这些阵列段可以处于同一光伏阵区,也可处于并排相邻的光伏阵区,当清洗车越过这些阵列段之间的空档时,若路面状况允许,清洗头单元 3 和清洗头支撑定位单元 2 不需收回至贮存位,而只需使清洗头单元 3 在其位姿自动控制系统作用下或操作人员手动控制下相对之前的清洗位姿适当抬高即可,而当清洗车直行进入新的阵列段时,启动清洗头和底盘位姿自动控制方式,在不停车的情况下自动完成清洗头和底盘的重新定位。

[0042] 步骤 S5“转排”:当清洗车移动清洗至当前阵列排端部并完成相应阵面的清洗后,将清洗头单元 3 转换至贮存位,清洗车调头转向,低速绕过当前排或邻排阵列端部,就近进入相邻阵列排前面通道的端部。

[0043] 步骤 S6“出阵”:将清洗头单元 3 收回至贮存位,清洗车低速转弯,从阵内通道端部驶入阵外主道。

[0044] 步骤 S7“再转场”:清洗车以较高的行进速度返回驻泊点或加水点或下一个光伏阵区。

[0045] 在以光伏阵区为单位的整个清洗作业过程中,除首个阵列排外,后续阵列排的清洗需循环实施步骤 S5“转排”、步骤 S3“定位”和步骤 S4“清洗”,直至因水箱缺水、清洗任务完成或其他原因而终止本次清洗作业。在此过程中,新阵列排清洗时,清洗车行进方向、清洗头单元 3 工作位方向及滚刷 31 相对清洗头单元 3 自身的旋向均与转排前上一排清洗时相反。

[0046] 本发明并不局限于上述示意性的实施例,还能够以其他多种具体方式予以实施。本领域技术人员在不脱离本发明精神实质的前提下,当可依照本发明技术方案作出不同于前述实施例的各种具体变换,比如:清洗车的底盘采用轮式底盘、清洗头支撑定位单元各自自由度的驱动件采用电机、清洗刷采用沿清洗头单元纵轴布置的一组可旋转刷盘、用于获取车体与光伏阵列相对位姿信息的采集装置为摄像头,而控制系统通过图像识别的方法来提取车体与光伏阵列的相对距离和夹角、对清洗方法的步骤环节采用不同的名称,或对清洗

参数进行增加或具体化,等等。但是,凡此各种惯常的变换和具体化,只要其实施方式实质采用了本发明所提出的技术方案,则其均处于本发明所附权力要求的保护范围之内。

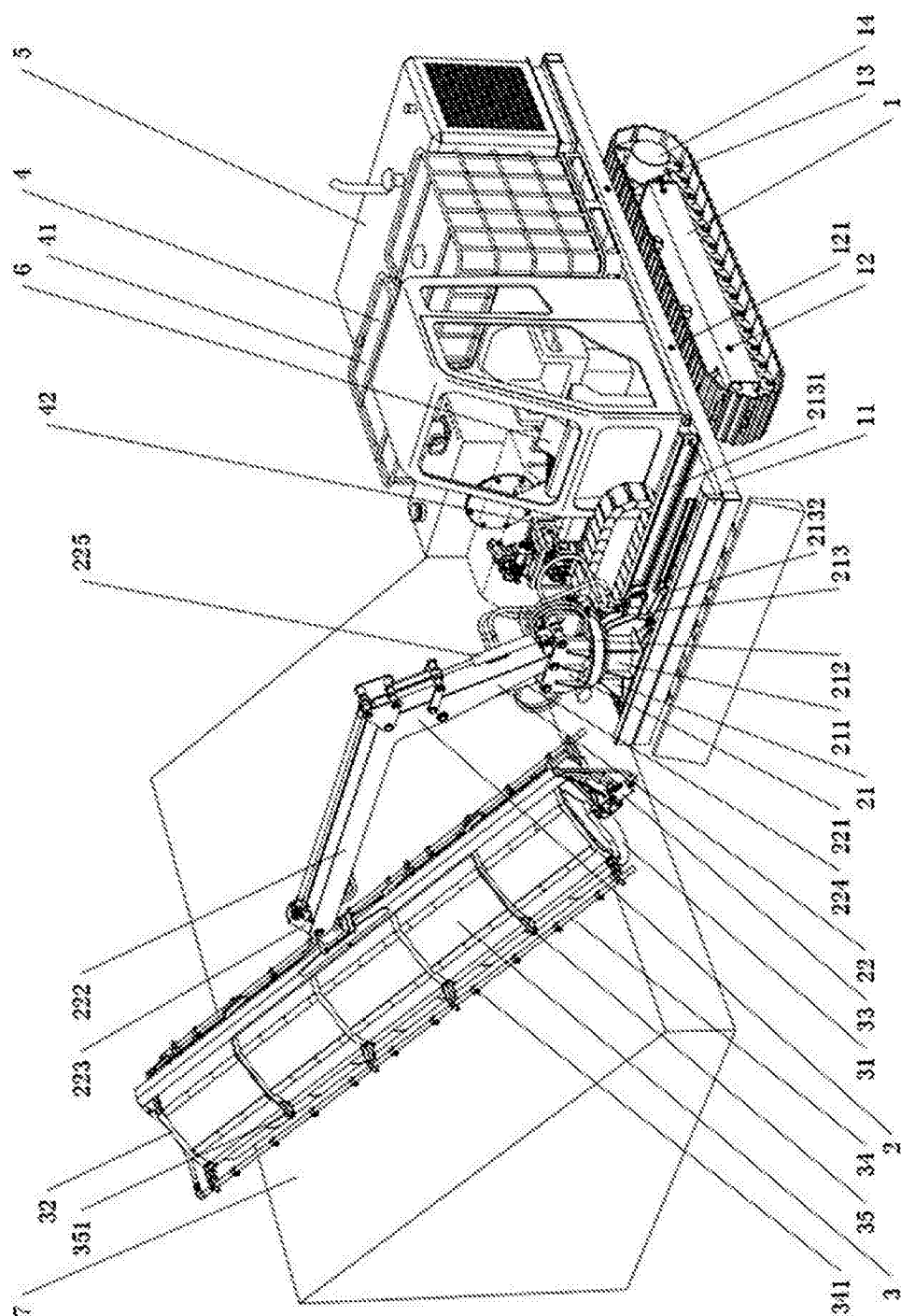


图 1

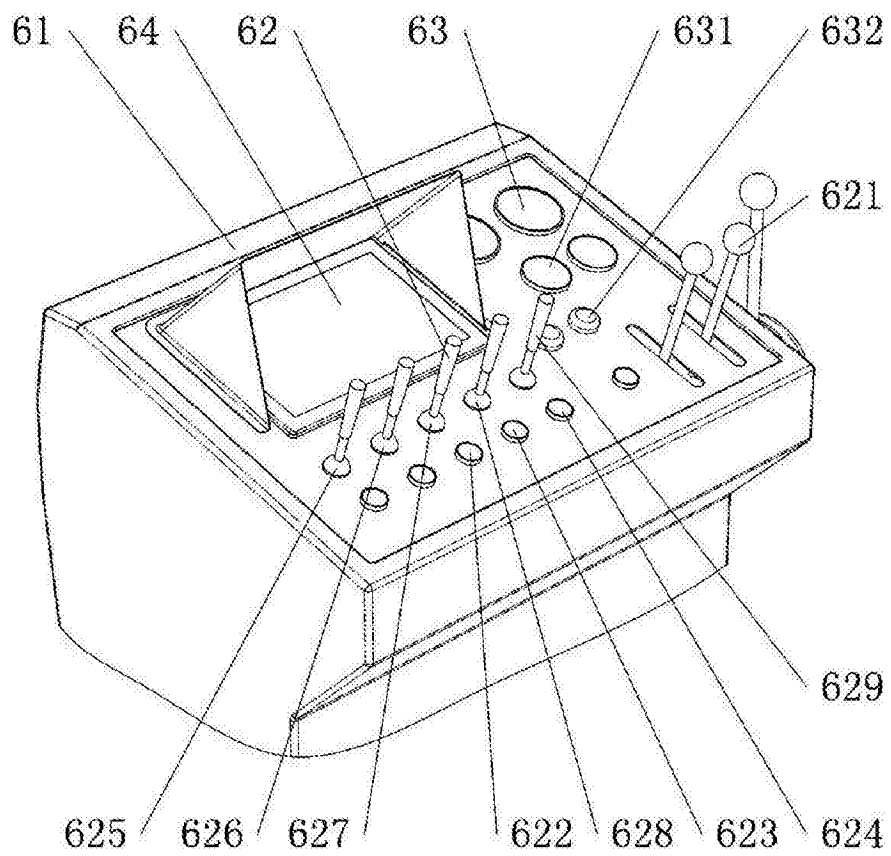


图 2

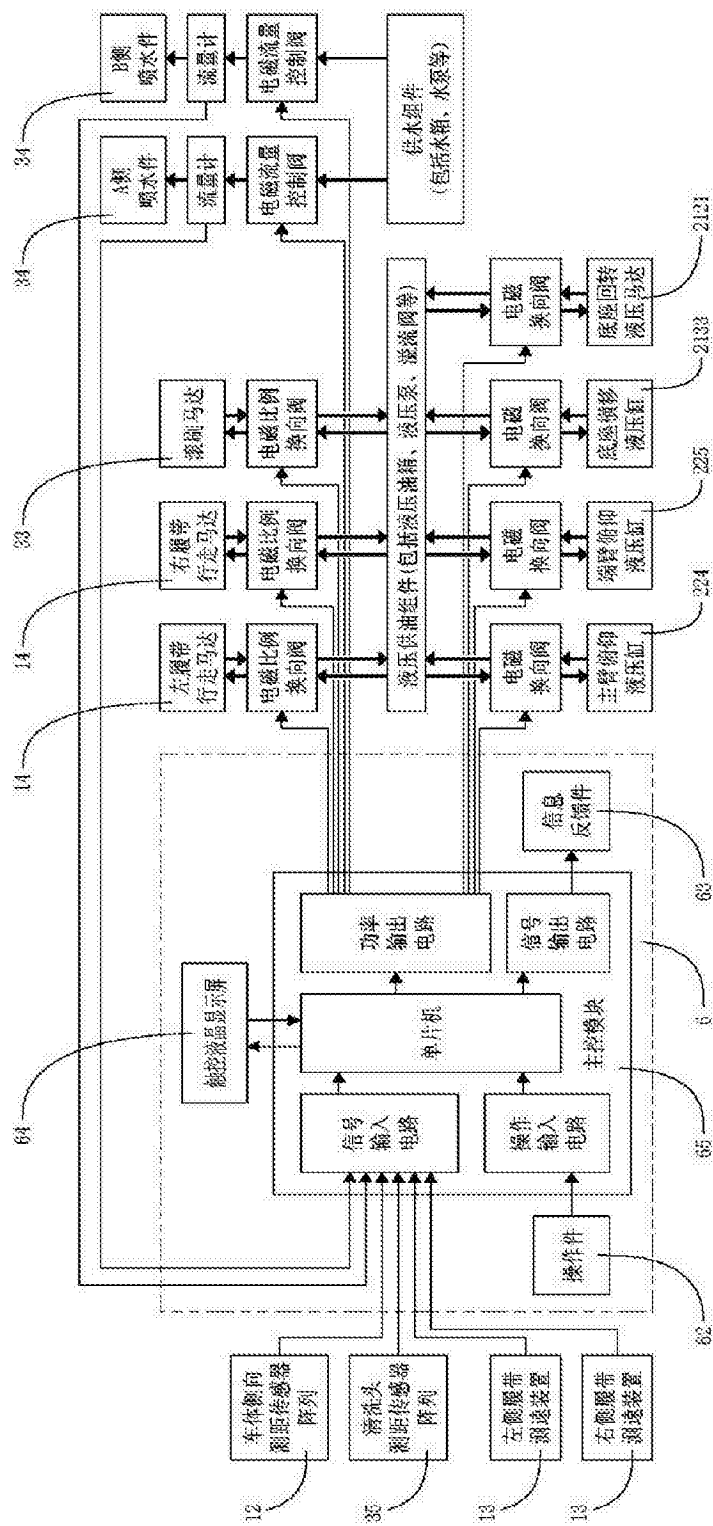


图 3

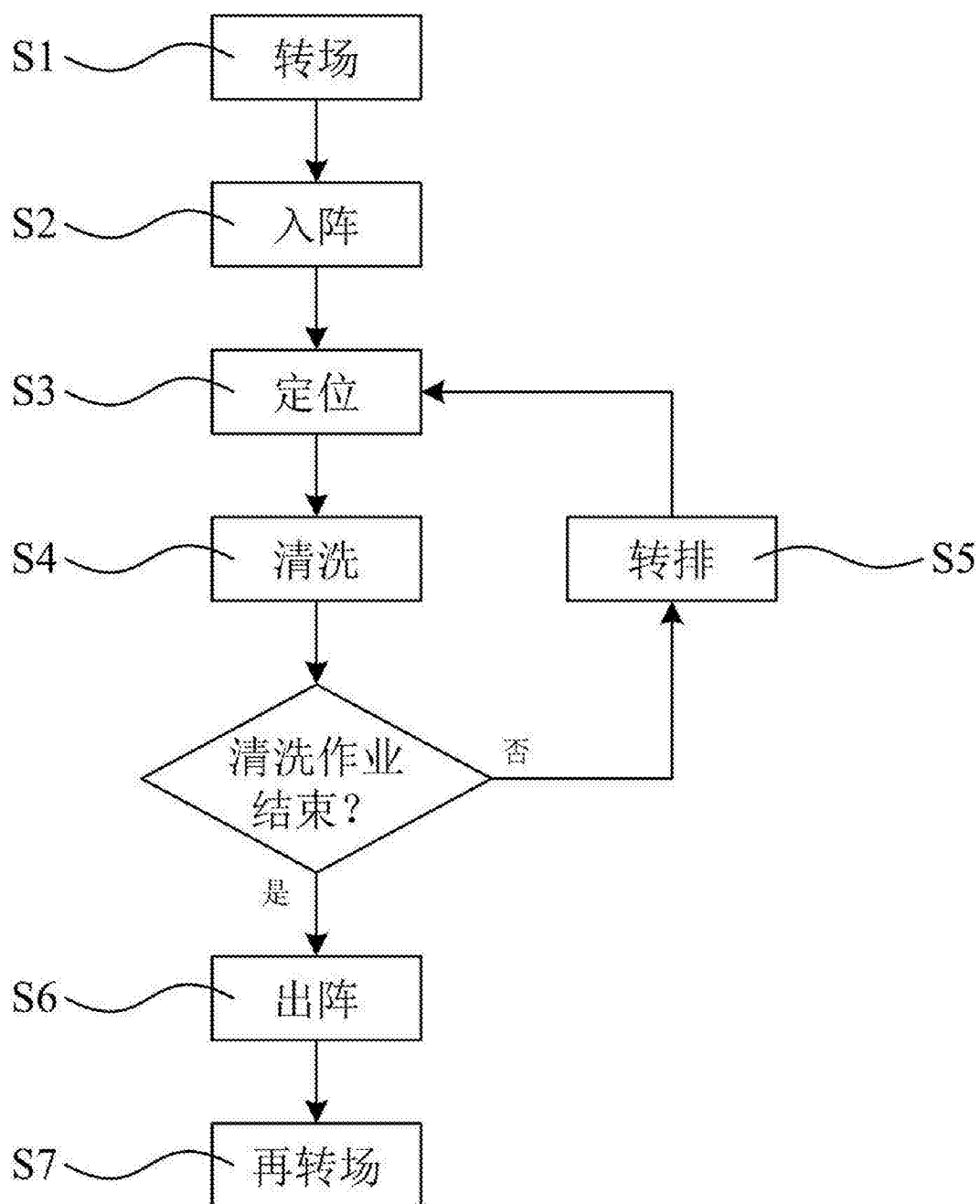


图 4

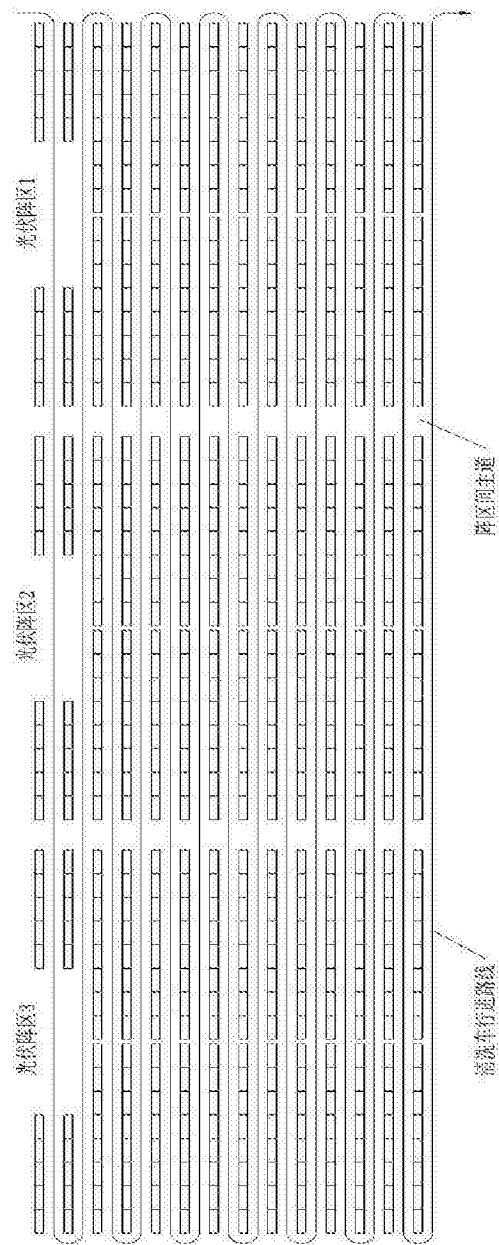


图 5